

**Fuel cell has an anode and cathode whose reactivity varies with the progression of the fuel gas stream from the anode inlet to the anode outlet and/or with the progression of the cathode**

Patent Number: DE10056537  
Publication date: 2002-06-20  
Inventor(s): HOFFMANN JOACHIM [DE]  
Applicant(s): MOTOREN TURBINEN UNION [DE]  
Requested Patent: ☒ DE10056537  
Application Number: DE20001056537 20001115  
Priority Number(s): DE20001056537 20001115  
IPC Classification: H01M4/86; H01M4/88; H01M8/02  
EC Classification:  
Equivalents:

---

**Abstract**

---

Fuel cell comprises an electrolyte matrix (3) arranged between an anode (1) and a cathode (2). The anode and/or cathode has a reactivity which varies with the progression of the fuel gas stream from the anode inlet to the anode outlet (14) and/or with the progression of the cathode gas stream from the cathode inlet (15) to the cathode outlet (16) with the homogenization of the gas reactions over the surface of the reactive layers of the anode and cathode. An Independent claim is also included for a process for the production of a fuel cell comprising forming the reactive layers of anode, cathode and/or matrix by spraying the anode material, cathode material, electrolyte material or catalyst material onto a support structure and/or onto the half cell formed by the support structure and the anode or cathode. Preferred Features: The anode has a reactivity which increases with the progression of the fuel gas stream from the anode inlet to the anode outlet.

---

Data supplied from the esp@cenet database - I2

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



①9 **BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT**

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 100 56 537 A 1**

⑤1 Int. Cl.<sup>7</sup>:  
**H 01 M 4/86**  
H 01 M 4/88  
H 01 M 8/02

②1 Aktenzeichen: 100 56 537.9  
②2 Anmeldetag: 15. 11. 2000  
④3 Offenlegungstag: 20. 6. 2002

**DE 100 56 537 A 1**

⑦1 Anmelder:  
MTU Friedrichshafen GmbH, 88045  
Friedrichshafen, DE

⑦2 Erfinder:  
Hoffmann, Joachim, Dr., 84405 Dorfen, DE

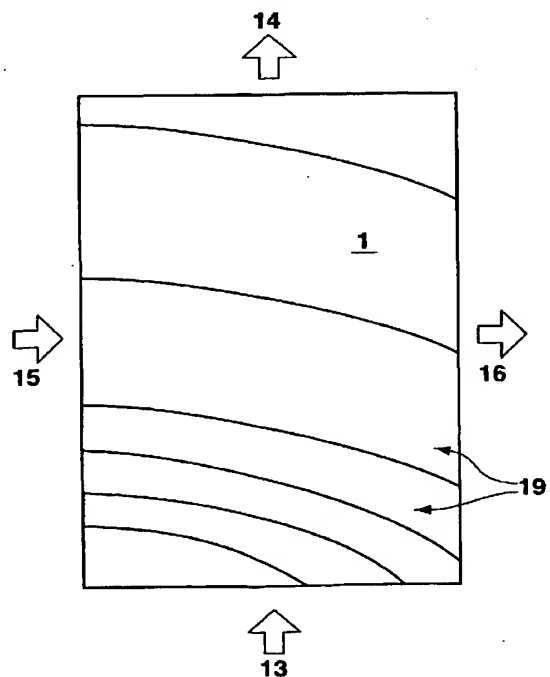
⑤6 Entgegenhaltungen:  
DE 199 62 686 A1  
EP 10 43 068 A2  
JP 07-0 85 874 A

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤4 Brennstoffzelle und Verfahren zu deren Herstellung

⑤7 Es wird eine Brennstoffzelle mit einer Anode (1), einer Kathode (2) und einer dazwischen angeordneten Elektrolytmatrix (3) und mit einem Anodeneingang (13) zur Zuführung von frischem Brenngas zur Anode (1) und einem Anodenausgang (14) zum Abführen von verbrauchtem Brenngas von der Anode (1), mit einem Kathodeneingang (15) zur Zuführung von frischem Kathodengas zur Kathode (2) und einem Kathodenausgang (16) zum Abführen von verbrauchtem Kathodengas von der Kathode (2) beschrieben. Zumindest die Anode (1) und die Kathode (2) sind reaktive Schichten, an welchen Gasreaktionen von Brenngas bzw. Kathodengas stattfinden. Erfindungsgemäß ist es vorgesehen, dass die Anode (1) und/oder Kathode (2) eine mit dem Verlauf des Brennstroms vom Anodeneingang (13) zum Anodenausgang (14) bzw. mit dem Verlauf des Kathodengasstroms vom Kathodeneingang (15) zum Kathodenausgang (16) variierende Reaktivität im Sinne einer Vergleichmäßigung der Gasreaktionen über die Fläche der reaktiven Schichten (1, 2) aufweist.



**DE 100 56 537 A 1**

[0001] Die Erfindung betrifft eine Brennstoffzelle nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1. Weiterhin betrifft die Erfindung ein Verfahren zur Herstellung einer Brennstoffzelle.

[0002] Eine Brennstoffzelle enthält eine Anode, eine Kathode und eine dazwischen angeordnete Elektrolytmatrix, sowie einen Anodeneingang zur Zuführung von frischem Brenngas zur Anode und einen Anodenausgang zum Abführen von verbrauchtem Brenngas von der Anode, sowie weiterhin einen Kathodeneingang zur Zuführung von frischem Kathodengas zur Kathode und einen Kathodenausgang zum Abführen von verbrauchtem Kathodengas von der Kathode. Die Anode und die Kathode sind reaktive Schichten, an welchen Gasreaktionen von Brenngas bzw. Kathodengas stattfinden.

[0003] Bei herkömmlichen Brennstoffzellen herrschen Ungleichmäßigkeiten in Bezug auf die Gasreaktionen von Brenngas und Kathodengas und damit in Bezug auf die Stromdichteverteilung über die Fläche der Brennstoffzelle. Der Ort der stärksten Gasreaktionen der Zellkomponenten liegt im Bereich der Gaseingänge, also des Anodeneingangs bzw. des Kathodeneingangs. Hier werden Stromdichten gemessen, die weit über dem Doppelten der Nennstromdichte liegen, während an den Gasausgängen die Gasreaktionen und die Stromdichte beträchtlich absinken. Eine solche Ungleichmäßigkeit in den Gasreaktionen führt zu thermischen Gradienten und Ausgleichsströmen, welche das Betriebsverhalten der Brennstoffzelle verschlechtern, und in Anbetracht der hohen Stromdichte im Bereich der Gaseingänge liegt die mittlere Stromdichte der Brennstoffzelle deutlich niedriger als es bei einer gleichmäßigen Stromdichte der Fall wäre.

[0004] Die Aufgabe der Erfindung ist es eine Brennstoffzelle zu schaffen, welche eine möglichst gleichmäßige Stromdichte aufweist. Weiterhin soll ein Verfahren zur Herstellung einer solchen Brennstoffzelle angegeben werden.

[0005] Die gestellte Aufgabe wird durch die im Anspruch 1 angegebene Brennstoffzelle gelöst.

[0006] Vorteilhafte Weiterbildung der erfindungsgemäßen Brennstoffzelle sind in den Unteransprüchen gekennzeichnet.

[0007] Ein Verfahren zur Herstellung einer Brennstoffzelle gemäß der Erfindung ist im Anspruch 23 angegeben.

[0008] Vorteilhafte Ausgestaltungen des erfindungsgemäßen Verfahrens sind in den Unteransprüchen gekennzeichnet.

[0009] Durch die Erfindung wird eine Brennstoffzelle geschaffen, die eine Anode, eine Kathode und eine dazwischen angeordnete Elektrolytmatrix umfaßt. Weiterhin verfügt die Brennstoffzelle über einen Anodeneingang zur Zuführung von frischem Brenngas zur Anode und einen Anodenausgang zum Abführen von verbrauchtem Brenngas von der Anode. Ein Kathodeneingang dient zur Zuführung von frischem Kathodengas zur Kathode und ein Kathodenausgang dient zum Abführen von verbrauchtem Kathodengas von der Kathode. Zumindest die Anode und Kathode sind reaktive Schichten, an welchen Gasreaktionen von Brenngas bzw. Kathodengas stattfinden. Erfindungsgemäß ist es vorgesehen, daß die Anoden und/oder Kathode eine mit dem Verlauf des Brenngasstroms vom Anodeneingang zum Anodenausgang bzw. mit dem Verlauf des Kathodengasstroms vom Kathodeneingang zum Kathodenausgang variierende Reaktivität im Sinne einer Vergleichmäßigung der Gasreaktionen über die Fläche der reaktiven Schichten aufweist.

[0010] Durch die Erfindung wird somit eine Brennstoffzelle geschaffen, bei welcher auf Grund der über die Brennstoffzelle variierenden Reaktivität von Anode und/oder Ka-

thode eine Vergleichmäßigung der Gasreaktionen in der Brennstoffzelle stattfindet, welche mit einer Vergleichmäßigung der Stromdichte verbunden ist. Ein Vorteil hiervon ist es, daß eine höhere mittlere Stromdichte erreichbar ist, ohne daß eine lokale Überlastung der Brennstoffzelle stattfindet. Ein weiterer Vorteil ist es, daß Ausgleichsströme vermindert werden, welche durch unterschiedliche lokale Potentiale induziert werden, was zu einer Erhöhung des Wirkungsgrades der Brennstoffzelle führt.

[0011] Gemäß einer Ausführungsform der Erfindung ist es vorgesehen, daß die Anode eine mit dem Verlauf des Brenngasstroms vom Anodeneingang zum Anodenausgang zunehmende Reaktivität aufweist.

[0012] Gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltung hiervon ist es vorgesehen, daß die Reaktivität der Anode zusätzlich auch mit dem Verlauf des Kathodengasstroms vom Kathodeneingang zum Kathodenausgang variiert.

[0013] Die letztgenannte Ausführungsform ist vorteilhafterweise insbesondere so ausgestaltet, daß die Reaktivität der Anode mit dem Verlauf des Kathodengasstroms vom Kathodeneingang zum Kathodenausgang zunimmt, wobei die Zunahme in dieser Richtung aber geringer ist als die Zunahme der Reaktivität der Anode mit dem Verlauf des Brenngasstroms vom Anodeneingang zum Anodenausgang.

[0014] Gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung ist es vorgesehen, daß die Kathode eine mit dem Verlauf des Kathodengasstroms vom Kathodeneingang zum Kathodenausgang zunehmende Reaktivität aufweist.

[0015] Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung hiervon ist es vorgesehen, daß die Reaktivität der Kathode zusätzlich auch mit dem Verlauf des Brenngasstroms vom Anodeneingang zum Anodenausgang variiert.

[0016] Gemäß einer bevorzugten Weiterbildung der Erfindung ist es vorgesehen, daß die Anode eine Schicht eines Reformierkatalysators zur internen Reformierung des Brenngases innerhalb der Brennstoffzelle aufweist, wobei die Reaktivität der Katalysatorschicht eine mit dem Verlauf des Brenngasstroms vom Anodeneingang zum Anodenausgang zunehmende Reaktivität aufweist.

[0017] Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung hiervon ist es vorgesehen, daß die Reaktivität der Katalysatorschicht zusätzlich auch mit dem Verlauf des Kathodengasstroms vom Kathodeneingang zum Kathodenausgang variiert.

[0018] Diese Ausführungsform ist vorteilhafterweise insbesondere so ausgestaltet, daß die Reaktivität der Katalysatorschicht mit dem Verlauf des Kathodengasstroms vom Kathodeneingang zum Kathodenausgang zunimmt, wobei die Zunahme der Reaktivität der Katalysatorschicht mit dem Verlauf des Brenngasstroms vom Anodeneingang zum Anodenausgang.

[0019] Gemäß einem weiteren Aspekt der Erfindung ist es vorgesehen, daß auch die Elektrolytmatrix eine über die Fläche variierende Reaktivität aufweist.

[0020] Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung hiervon ist es vorgesehen, daß die variierende Reaktivität der Elektrolytmatrix durch eine Variation des ohmschen Widerstands derselben gegeben ist.

[0021] Gemäß einer Ausführungsform der Erfindung ist es vorgesehen, daß die Reaktivität der jeweiligen reaktiven Schicht stufenweise variiert.

[0022] Gemäß einer anderen Ausführungsform der Erfindung ist es vorgesehen, daß die Reaktivität der jeweiligen reaktiven Schicht kontinuierlich variiert.

[0023] Gemäß einer Ausführungsform der Erfindung ist es vorgesehen, daß die jeweilige reaktive Schicht eine variierende Dicke aufweist.

[0024] Gemäß einer anderen Ausführungsform der Erfindung

dung ist es vorgesehen, daß die jeweilige reaktive Schicht eine variierende Zusammensetzung aufweist.

[0025] Gemäß einer besonders vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung ist es vorgesehen, daß die Anode und/oder die Kathode eine Trägerstruktur umfassen, auf welcher eine reaktive Anodenschicht bzw. eine reaktive Kathodenschicht ausgebildet ist.

[0026] Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung hiervon ist es vorgesehen, daß auf der Trägerstruktur der Anode weiterhin eine reaktive Katalysatorschicht ausgebildet ist.

[0027] Gemäß einer anderen vorteilhaften Weiterbildung hiervon ist es vorgesehen, daß auf der durch die Trägerstruktur und die Anode oder die Kathode gebildeten Halbzelle weiterhin die Elektrolytmatrix ausgebildet ist.

[0028] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist es vorgesehen, daß die Trägerstruktur von Anode und/oder Kathode durch eine poröse Struktur gebildet ist, in welcher Strömungswege zum Führen von Brenngas und/oder Kathodengas ausgebildet sind.

[0029] Diese Ausführungsform kann insbesondere dadurch weitergebildet sein, daß auf der der Anodenschicht entgegengesetzten Seite der die Trägerstruktur der Anode bildenden porösen Struktur die Katalysatorschicht ausgebildet ist.

[0030] Gemäß einer besonders vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung besteht die poröse Struktur aus einem Sintermaterial, vorzugsweise aus einem porösen Nickel-Sintermaterial.

[0031] Eine besonders vorteilhafte Ausführungsform hiervon sieht es vor, daß die poröse Struktur aus einem Nickel-Schaummaterial mit einem Feststoffgehalt von 4% bis ca. 35% besteht.

[0032] Weiterhin wird durch die Erfindung ein Verfahren zur Herstellung einer Brennstoffzelle der vorgenannten Art geschaffen, bei dem die reaktive Schicht von Anode und/oder Kathode gebildet wird, indem ein Anodenmaterial, ein Kathodenmaterial, ein Elektrolytmaterial oder ein Katalysatormaterial auf die Trägerstruktur bzw. auf die durch die Trägerstruktur und die Anode oder die Kathode gebildete Halbzelle aufgesprüht wird.

[0033] Gemäß einer Ausführungsform der Erfindung wird bei dem erfindungsgemäßen Verfahren die jeweilige reaktive Schicht durch Aufsprühen einer unterschiedlichen Anzahl von Einzelschichten aufgetragen.

[0034] Gemäß einer anderen Ausführungsform der Erfindung wird bei dem erfindungsgemäßen Verfahren die jeweilige reaktive Schicht durch Aufsprühen einer Schicht mit variierender Dicke aufgetragen.

[0035] Gemäß noch einer anderen Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens wird die jeweilige reaktive Schicht durch Aufsprühen einer Schicht mit variierender Zusammensetzung aufgetragen wird.

[0036] Im folgenden werden Ausführungsbeispiele der Erfindung anhand der Zeichnung erläutert.

[0037] Es zeigt:

[0038] Fig. 1 eine schematisierte perspektivische Explosionsansicht einer Brennstoffzelle, welche Bestandteil einer Brennstoffzellenanordnung mit einer Vielzahl von in Form eines Stapels angeordneten Brennstoffzellen ist;

[0039] Fig. 2 eine schematisierte Draufsicht auf eine Anode einer Brennstoffzelle, welche eine variierende Reaktivität des Anodenmaterials im Sinne einer Vergleichmäßigung der Gasreaktion an der Anode gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung zeigt;

[0040] Fig. 3 eine Draufsicht auf die Rückseite einer Anode einer Brennstoffzelle, welche eine variierende Reaktivität des Katalysatormaterials einer an der Anode vorgesehenen Katalysatorbeschichtung im Sinne einer Vergleichmäßi-

gung der Gasreaktion an dieser Katalysatorbeschichtung zeigt;

[0041] Fig. 4 in einer schematisierten vergrößerten Querschnittsansicht einen Ausschnitt einer ein Trägermaterial für eine Elektrode bildenden porösen Struktur mit einer darauf angeordneten Anode bzw. Kathode gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung;

[0042] Fig. 5 in einem kleineren Maßstab eine perspektivische Ansicht der das Trägermaterial bildenden porösen Struktur von Fig. 4;

[0043] Fig. 6 und 7 schematisierte Darstellungen von Verfahrensschritten zur Herstellung von Elektroden gemäß Ausführungsbeispielen der Erfindung.

[0044] In Fig. 1, die allgemein eine schematisierte perspektivische Explosionsansicht einer insgesamt mit dem Bezugszeichen 12 versehenen Brennstoffzelle zeigt, bedeutet das Bezugszeichen 10 einen Brennstoffzellenstapel, der aus einer Anzahl von Brennstoffzellen wie der dargestellten Brennstoffzelle 12 besteht. Eine solche Brennstoffzelle 12 enthält eine Anode 1, eine Kathode 2 und eine dazwischen angeordnete Elektrolytmatrix 3. Benachbarte Brennstoffzellen 12 sind durch Bipolarplatten 4 voneinander getrennt, die dazu dienen, benachbarte Brennstoffzellen elektrisch zu kontaktieren und die Ströme eines Brenngases B und eines Kathodengases bzw. Oxidationsgases O voneinander trennt über die Anode 1 bzw. über die Kathode 2 der benachbarten Brennstoffzellen zu führen. Damit sind die Anode 1 und die Kathode 2 benachbarter Brennstoffzellen durch die Bipolarplatten 4 gastechnisch voneinander getrennt und dabei jedoch durch die Bipolarplatten 4 bzw. durch in diesen enthaltene Stromkollektoren gleichzeitig elektrisch kontaktiert. Der Brennstoffzellenstapel 10, der eine Vielzahl solcher Brennstoffzellen 12 enthält, von denen in der Figur zum Zwecke der Übersichtlichkeit jedoch nur einige wenige dargestellt sind, ist durch Zugstangen 5, welche mit Endplatten 6, 7 an den Enden des Brennstoffzellenstapels zusammenwirken, verspannt.

[0045] Den Brennstoffzellen 12 wird an einem Anodeneingang 13 frisches Brenngas zu den Anoden 1 zugeführt, an einem Anodenausgang 14 wird verbrauchtes Brenngas von den Anoden abgeführt. Entsprechend wird den Brennstoffzellen 12 an einem Kathodeneingang 15 an den Kathoden 2 frisches Brenngas zugeführt und an einem Kathodenausgang 16 verbrauchtes Kathodengas von den Kathoden 2 abgeführt.

[0046] Es ist ersichtlich, daß mit dem Verlauf des Brenngasstroms vom Anodeneingang zum Anodenausgang wie auch mit dem Verlauf des Kathodengasstroms vom Kathodeneingang zum Kathodenausgang ein Verbrauch bzw. eine chemische Umsetzung des jeweiligen Gases im Sinne einer Anodengasreaktion bzw. einer Kathodengasreaktion stattfindet, welche mit einer Abnahme der jeweiligen Gasreaktion mit zunehmendem zurückgelegtem Weg des jeweiligen Gases durch die Brennstoffzelle stattfindet, was zu den eingangs beschriebenen Ungleichmäßigkeiten in den Gasreaktionen und in der Stromdichte über die Fläche der Brennstoffzelle führt.

[0047] Fig. 2 zeigt in der Draufsicht eine Anode 1 einer Brennstoffzelle, bei der das Anodenmaterial eine variierende Reaktivität aufweist. Die Reaktivität des Anodenmaterials variiert in der Weise, daß beim Betrieb der Brennstoffzelle mit dem Verlauf des Brenngasstroms vom Anodeneingang 13 zum Anodenausgang 14 eine zunehmende Reaktivität verbunden ist. Im einzelnen variiert die Reaktivität der Anode 1 bei dem hier gezeigten Ausführungsbeispiel stufenweise, nämlich durch eine unterschiedliche Anzahl von einzelnen Anodenmaterialschichten 19. Bei dem in Fig. 7 gezeigten Ausführungsbeispiel sind sieben solcher

Anodenmaterialsichten 19 dargestellt. Die Anzahl der Schichten nimmt vom Anodeneingang 13 zum Anodenausgang 14 hin zu, womit eine Zunahme der Reaktivität der Anode 1 verbunden ist.

[0048] Wie aus Fig. 2 weiterhin ersichtlich ist, variiert die Reaktivität der Anode 1 zusätzlich auch mit dem Verlauf des Kathodengasstroms vom Kathodeneingang 15 zum Kathodenausgang 16, nämlich durch den Verlauf der Grenzen der einzelnen Anodenmaterialsichten 19. Hierdurch ergibt sich eine Zunahme der Reaktivität der Anode 1 mit dem Verlauf des Kathodengasstroms vom Kathodeneingang 15 zum Kathodenausgang 16, wobei die Zunahme in dieser Richtung aber geringer ist als die Zunahme der Reaktivität der Anode 1 mit dem Verlauf des Brenngasstroms vom Anodeneingang 13 zum Anodenausgang 14.

[0049] Anstelle einer unterschiedlichen Anzahl von Einzelschichten 19 könnte die Anode 1 auch als eine Schicht mit variierender Zusammensetzung ausgebildet sein.

[0050] Fig. 3 zeigt in der Draufsicht ein Ausführungsbeispiel, bei dem eine Katalysatorschicht 20 eines Reformierkatalysators zur internen Reformierung des Brenngases innerhalb der Brennstoffzelle 12 mit einer variierenden Reaktivität aufgetragen ist. Die Reaktivität der Katalysatorschicht 20 nimmt bei dem dargestellten Ausführungsbeispiel, ähnlich wie die Reaktivität der Schicht des Anodenmaterials 19 auf der Anode 1, mit dem Verlauf des Brenngasstroms vom Anodeneingang 13 zum Anodenausgang 14 hin stufenweise zu. Die Katalysatorschicht 20 ist durch eine Anzahl von Katalysatoreinzelschichten 20' gebildet, deren Anzahl vom Anodeneingang 13 zum Anodenausgang 14 hin zunimmt.

[0051] Wie aus Fig. 3 weiterhin ersichtlich ist, nimmt die Reaktivität der Katalysatorschicht 20 aufgrund des Verlaufs der einzelnen Schichten 20' zusätzlich auch mit dem Verlauf des Kathodengasstroms vom Kathodeneingang 15 zum Kathodenausgang 16 hin zu (Fig. 3 zeigt die Anode 1 der Brennstoffzelle 12 von der Rückseite, während Fig. 2 die Anode 1 von der Vorderseite her zeigt, deshalb sind bei Fig. 3 der Kathodeneingang 15 und der Kathodenausgang 16 seitenvertauscht gegenüber Fig. 2).

[0052] Anstelle durch eine unterschiedliche Anzahl von Einzelschichten 20' kann die Katalysatorschicht 20 auch durch Aufbringen einer Schicht mit variierender Zusammensetzung aufgetragen werden, so daß sich ein ähnlicher Verlauf der Reaktivität ergibt.

[0053] Ähnlich wie bei Fig. 2 für die Anode 1 gezeigt, kann auch die Kathode 2 eine mit dem Verlauf des Kathodengasstroms vom Kathodeneingang 15 zum Kathodenausgang 16 zunehmende Reaktivität aufweisen, was in der Figur jedoch nicht gezeigt ist.

[0054] Bei dem in Fig. 4 gezeigten Ausführungsbeispiel umfassen die Anoden 1 bzw. die Kathode 2 eine Trägerstruktur 4a, b, auf welcher eine reaktive Anodenschicht 1' bzw. eine reaktive Kathodenschicht 2' ausgebildet ist. In der porösen Struktur 4a, b sind Strömungswege vorhanden, welche das Brenngas bzw. das Kathodengas an den jeweiligen Elektroden 1, 2 vorbeiführen und auf diesen verteilen. Diese Strömungswege sind zum Einen durch (mikroskopische) Strömungswege 17 gebildet, die auf Grund der Porosität im Inneren der porösen Struktur vorhanden sind, sowie durch (makroskopische) Gaskanäle 18, die in oder an der porösen Struktur 4a, b geschaffen sind. Bei dem in Fig. 4 dargestellten Ausführungsbeispiel sind solche Kanäle 18 an der der jeweiligen Elektrode 1, 2 abgewandten Oberfläche der porösen Struktur 4a, b vorgesehen.

[0055] Fig. 5 zeigt in einer perspektivischen Darstellung den Verlauf der Gaskanäle 18 an der Oberfläche der porösen Struktur 4a, b.

[0056] Die poröse Trägerstruktur 4a, b ist vorzugsweise aus einem Sintermaterial hergestellt, vorzugsweise aus einem porösen Nickel-Sintermaterial. Ein solches poröses Nickel-Sintermaterial ist bei dem hier beschriebenen Ausführungsbeispiel verwirklicht durch ein Nickel-Schaummaterial mit einem Feststoffgehalt von 4% bis ca. 35%. Die Oberfläche der porösen Trägerstruktur 4a, b, sowohl die der Elektrode 1, 2 zugewandte Oberfläche wie auch die dieser abgewandte Oberfläche ist bei dem dargestellten Ausführungsbeispiel eben, so daß die poröse Struktur eine planparallele Platte bildet, mit Ausnahme der in die der Elektrode 1, 2 abgewandten Oberfläche eingearbeiteten Strömungskanäle 18.

[0057] Die poröse Struktur 4a, b kann durch Gießen, Formgießen, Formpressen oder Strangpressen eines flüssigen, pastösen oder plastischen Rohmaterials geformt, dann getrocknet und gesintert werden. Das Sintern kann bereits bei der Herstellung der porösen Struktur stattfinden oder später in-situ beim Anfahren der Brennstoffzellenanordnung.

[0058] Wie Fig. 4 weiterhin zeigt, sind die Elektroden 1, 2, also die Anode 1 oder die Kathode 2, in Form von Schichten 1', 2' auf der Trägerstruktur 4a, b vorgesehen. Auf der die Kanäle 18 enthaltenden Oberfläche der porösen Trägerstruktur 4a, b kann eine Abschlußfolie 21 vorgesehen sein, welche die Kanäle 18 bündig mit der Oberfläche der porösen Struktur abschließt.

[0059] Die reaktive Schicht 1', 2', welche die Anode 1 bzw. die Kathode 2 bildet, wird gemäß einem bevorzugten Ausführungsbeispiel der Erfindung durch Aufsprühen eines Anodenmaterials bzw. eines Kathodenmaterials auf die Trägerstruktur 4a, b hergestellt.

[0060] Damit die oben beschriebene variierende Reaktivität der jeweiligen reaktiven Schicht erreicht wird, kann diese durch Aufsprühen einer unterschiedlichen Anzahl von Einzelschichten hergestellt werden, wie oben unter Bezugnahme auf Fig. 2 und 3 beschrieben. Alternativ dazu kann die jeweilige reaktive Schicht 1', 2' durch Aufsprühen einer Schicht mit variierender Zusammensetzung aufgetragen werden.

[0061] Wiederum bezugnehmend auf Fig. 2, kann auf der Trägerstruktur 4a der Anode 1 weiterhin eine reaktive Katalysatorschicht 20 ausgebildet sein. Eine solche Katalysatorschicht 18 ist vorzugsweise auf der der Anodenschicht 1' entgegengesetzten Seite der der Trägerstruktur 4a der Anode 1 bildenden porösen Struktur vorgesehen.

[0062] Fig. 6a) zeigt zum Zwecke der Veranschaulichung, wie die die Anode 1 bzw. die Kathode 2 bildende Schicht 1', 2' durch Sprühen eines sprühhfähigen, d. h. flüssigen, zähflüssigen oder pastösen Elektrodenmaterials mittels eines Sprühkopfs 30 auf die Trägerstruktur 4a, b aufgebracht wird. Hier ist das Aufsprühen einer einzigen Materialschicht dargestellt.

[0063] Fig. 6b) zeigt zum Zwecke der Veranschaulichung, wie eine die Elektrolytmatrix 3 bildende Schicht 3' durch Sprühen eines sprühhfähigen, d. h. flüssigen, zähflüssigen oder pastösen Elektrolytmaterials mittels eines Sprühkopfs 40 auf die durch die Trägerstruktur 4a, 4b und die Anode 1 oder die Kathode 2 gebildete Halbzelle aufgesprüht wird. Auch hier ist das Aufsprühen einer einzigen Materialschicht dargestellt. Das Aufsprühen des Elektrolytmaterials erfolgt vorzugsweise auf die durch die Trägerstruktur 4b und die Kathode 2 gebildete Halbzelle.

[0064] Wie Fig. 7 zeigt, wird die oben unter Bezugnahme auf Fig. 4 beschriebene Schicht des Katalysatormaterials 20 durch Aufsprühen mittels eines Sprühkopfs 50 auf die der Anodenschicht 1' gegenüberliegenden Seite der Trägerstruktur 4a der Anode 1 aufgebracht. Auch hier ist nur eine

einzigste Katalysatorschicht 20 dargestellt.

#### Bezugszeichenliste

1	Anode	5
1'	Anodenschicht	
2	Kathode	
2'	Kathodenschicht	
3	Elektrolytmatrix	
4	Bipolarplatte	10
4a, b	Stromkollektor	
10	Brennstoffzellenstapel	
12	Brennstoffzelle	
13	Anodeneingang	
14	Anodenausgang	15
15	Kathodeneingang	
16	Kathodenausgang	
17	Strömungswege	
18	Strömungswege	
19	Anodenmaterialschiicht	20
20	Katalysatorschicht	
20'	Katalysatoreinzelschicht	
21	Abschlussfolie	
30	Sprühkopf	
50	Sprühkopf	25
B	Brenngas	
O	Oxidationsgas	

#### Patentansprüche

1. Brennstoffzelle mit einer Anode (1), einer Kathode (2) und einer dazwischen angeordneten Elektrolytmatrix (3) und mit einem Anodeneingang (13) zur Zuführung von frischem Brenngas zur Anode (1) und einem Anodenausgang (14) zum Abführen von verbrauchtem Brenngas von der Anode (1), mit einem Kathodeneingang (15) zur Zuführung von frischem Kathodengas zur Kathode (2) und einem Kathodenausgang (16) zum Abführen von verbrauchtem Kathodengas von der Kathode (2), wobei zumindest die Anode (1) und die Kathode (2) reaktive Schichten sind, an welchen Gasreaktionen von Brenngas bzw. Kathodengas stattfinden, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Anode (1) und/oder Kathode (2) eine mit dem Verlauf des Brenngasstroms vom Anodeneingang (13) zum Anodenausgang (14) bzw. mit dem Verlauf des Kathodengasstroms vom Kathodeneingang (15) zum Kathodenausgang (16) variierende Reaktivität im Sinne einer Vergleichmäßigung der Gasreaktionen über die Fläche der reaktiven Schichten (1, 2) aufweist. 40
2. Brennstoffzelle nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Anode (1) eine mit dem Verlauf des Brenngasstroms vom Anodeneingang (13) zum Anodenausgang (14) zunehmende Reaktivität aufweist. 45
3. Brennstoffzelle nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Reaktivität der Anode (1) zusätzlich auch mit dem Verlauf des Kathodengasstroms vom Kathodeneingang (15) zum Kathodenausgang (16) variiert. 50
4. Brennstoffzelle nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Reaktivität der Anode (1) mit dem Verlauf des Kathodengasstroms vom Kathodeneingang (15) zum Kathodenausgang (16) zunimmt, wobei die Zunahme in dieser Richtung aber geringer ist als die Zunahme der Reaktivität der Anode (1) mit dem Verlauf des Brenngasstroms vom Anodeneingang (13) zum Anodenausgang (14). 55
5. Brennstoffzelle nach einem der Ansprüche 1 bis 4,

dadurch gekennzeichnet, daß die Kathode (2) eine mit dem Verlauf des Kathodengasstroms vom Kathodeneingang (15) zum Kathodenausgang (16) zunehmende Reaktivität aufweist.

6. Brennstoffzelle nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Reaktivität der Kathode (2) zusätzlich auch mit dem Verlauf des Brenngasstroms vom Anodeneingang (13) zum Anodenausgang (14) variiert.
7. Brennstoffzelle nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Anode (1) eine Schicht (20) eines Reformierkatalysators zur internen Reformierung des Brenngases innerhalb der Brennstoffzelle (12) aufweist, wobei die Reaktivität der Katalysatorschicht (20) eine mit dem Verlauf des Brenngasstroms vom Anodeneingang (13) zum Anodenausgang (14) zunehmende Reaktivität aufweist.
8. Brennstoffzelle nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Reaktivität der Katalysatorschicht (20) zusätzlich auch mit dem Verlauf des Kathodengasstroms vom Kathodeneingang (15) zum Kathodenausgang (16) variiert.
9. Brennstoffzelle nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Reaktivität der Katalysatorschicht (20) mit dem Verlauf des Kathodengasstroms vom Kathodeneingang (15) zum Kathodenausgang (16) zunimmt, wobei die Zunahme in dieser Richtung aber geringer ist als die Zunahme der Reaktivität der Katalysatorschicht (20) mit dem Verlauf des Brenngasstroms vom Anodeneingang (13) zum Anodenausgang (14).
10. Brennstoffzelle nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Elektrolytmatrix (3) eine über die Fläche variierende Reaktivität aufweist.
11. Brennstoffzelle nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß die variierende Reaktivität der Elektrolytmatrix (3) durch eine Variation des ohmschen Widerstands derselben gegeben ist.
12. Brennstoffzelle nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Reaktivität der jeweiligen reaktiven Schicht (1, 2, 3, 20) stufenweise variiert.
13. Brennstoffzelle nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Reaktivität der jeweiligen reaktiven Schicht (1, 2, 3, 20) kontinuierlich variiert.
14. Brennstoffzelle nach Anspruch 12 oder 13, dadurch gekennzeichnet, daß die jeweilige reaktive Schicht (1, 2, 3, 20) eine variierende Dicke aufweist.
15. Brennstoffzelle nach Anspruch 12 oder 13, dadurch gekennzeichnet, daß die jeweilige reaktive Schicht (1, 2, 20) eine variierende Zusammensetzung aufweist.
16. Brennstoffzelle nach Anspruch 14 oder 15, dadurch gekennzeichnet, daß die Anode (1) und/oder die Kathode (2) eine Trägerstruktur (4a, b) umfassen, auf welcher eine reaktive Anodenschicht (1') bzw. eine reaktive Kathodenschicht (2') ausgebildet ist.
17. Brennstoffzelle nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, daß auf der Trägerstruktur (4a) der Anode (1) weiterhin eine reaktive Katalysatorschicht (20) ausgebildet ist.
18. Brennstoffzelle nach Anspruch 16 oder 17, dadurch gekennzeichnet, daß auf der durch die Trägerstruktur (4a, 4b) und die Anode (1) oder die Kathode (2) gebildeten Halbzelle weiterhin die Elektrolytmatrix (3) ausgebildet ist.
19. Brennstoffzelle nach Anspruch 16, 17 oder 18, dadurch gekennzeichnet, daß die Trägerstruktur (4a, b) von Anode (1) und/oder Kathode (2) durch eine poröse

Struktur gebildet ist, in welcher Strömungswege (17, 18) zum Führen von Brenngas und/oder Kathodengas ausgebildet sind.

20. Brennstoffzelle nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, daß auf der der Anodenschicht (1') entgegengesetzten Seite der die Trägerstruktur (4a) der Anode (1) bildenden porösen Struktur die Katalysatorschicht (20) ausgebildet ist. 5

21. Brennstoffzelle nach Anspruch 19 oder 20, dadurch gekennzeichnet, daß die poröse Struktur (4a, b) aus einem Sintermaterial, vorzugsweise aus einem porösen Nickel-Sintermaterial besteht. 10

22. Brennstoffzelle nach Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet, daß die poröse Struktur (4a, b) aus einem Nickel-Schaummaterial mit einem Feststoffgehalt von 4% bis ca. 35% besteht. 15

23. Verfahren zur Herstellung einer Brennstoffzelle nach einem der Ansprüche 16 bis 22, dadurch gekennzeichnet, daß die reaktive Schicht (1', 2', 3', 20) von Anode (1) und/oder Kathode (2) und/oder Matrix (3) gebildet wird, indem ein Anodenmaterial, ein Kathodenmaterial, ein Elektrolytmaterial oder ein Katalysatormaterial auf die Trägerstruktur (4a, 4b) bzw. auf die durch die Trägerstruktur (4a, 4b) und die Anode (1) oder die Kathode (2) gebildete Halbzelle aufgesprüht wird. 25

24. Verfahren nach Anspruch 23, dadurch gekennzeichnet, daß die jeweilige reaktive Schicht (1', 2', 3', 20) durch Aufsprühen einer unterschiedlichen Anzahl von Einzelschichten aufgetragen wird. 30

25. Verfahren nach Anspruch 23, dadurch gekennzeichnet, daß die jeweilige reaktive Schicht (1', 2', 3', 20) durch Aufsprühen einer Schicht mit variierender Dicke aufgetragen wird.

26. Verfahren nach Anspruch 23, dadurch gekennzeichnet, daß die jeweilige reaktive Schicht (1', 2', 3', 20) durch Aufsprühen einer Schicht mit variierender Zusammensetzung aufgetragen wird. 35

---

Hierzu 4 Seite(n) Zeichnungen

---

40

45

50

55

60

65



**Fig. 1**

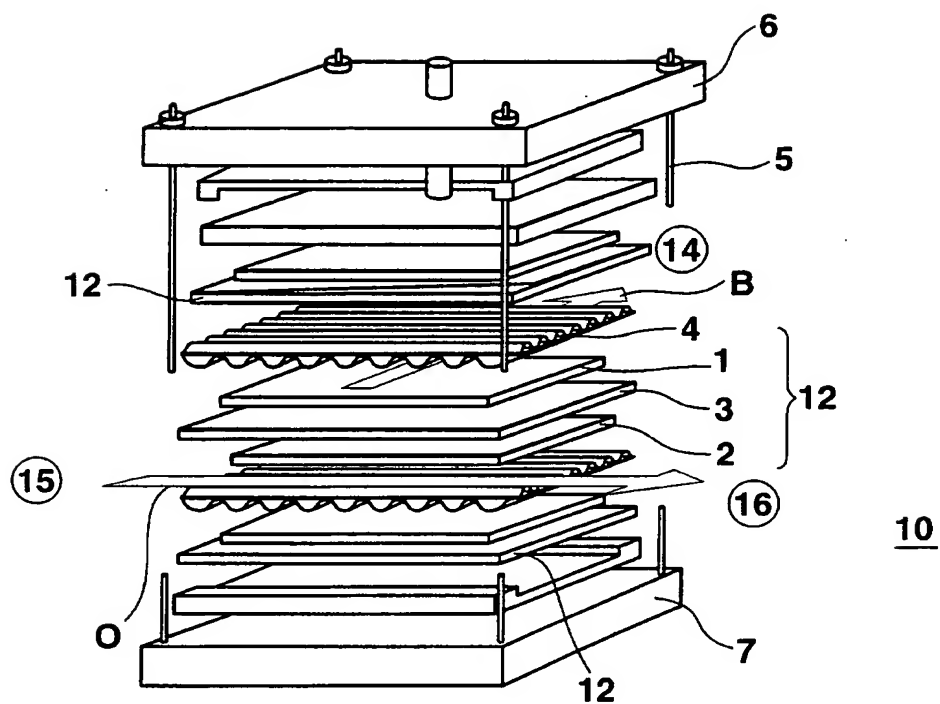


Fig. 3

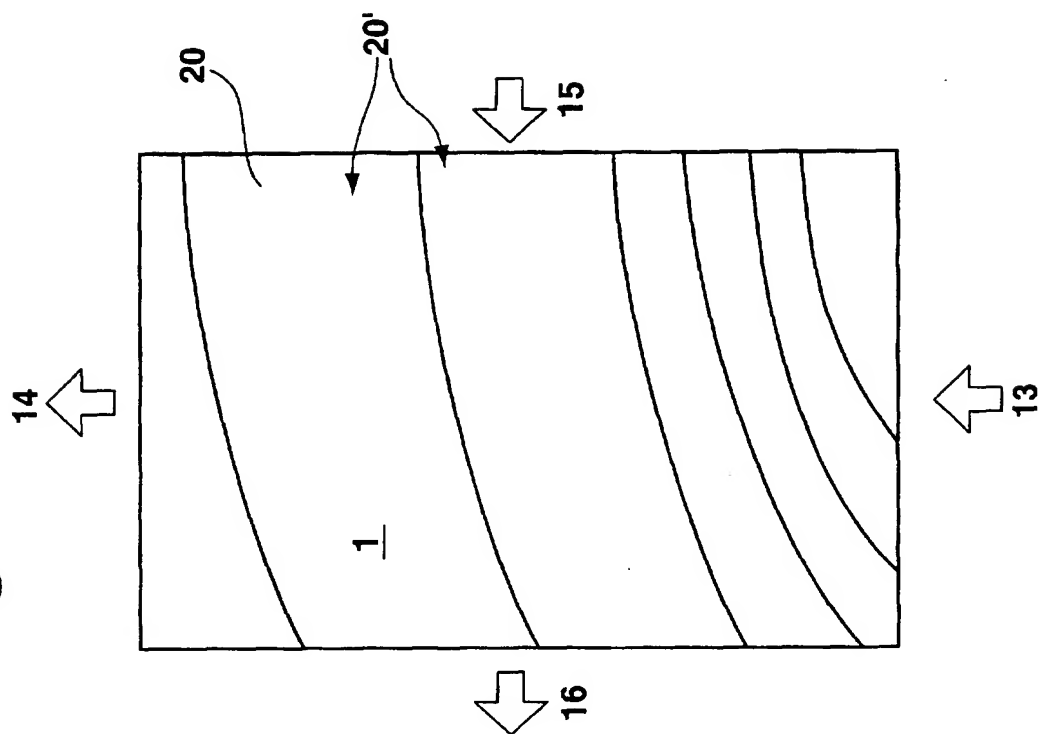


Fig. 2

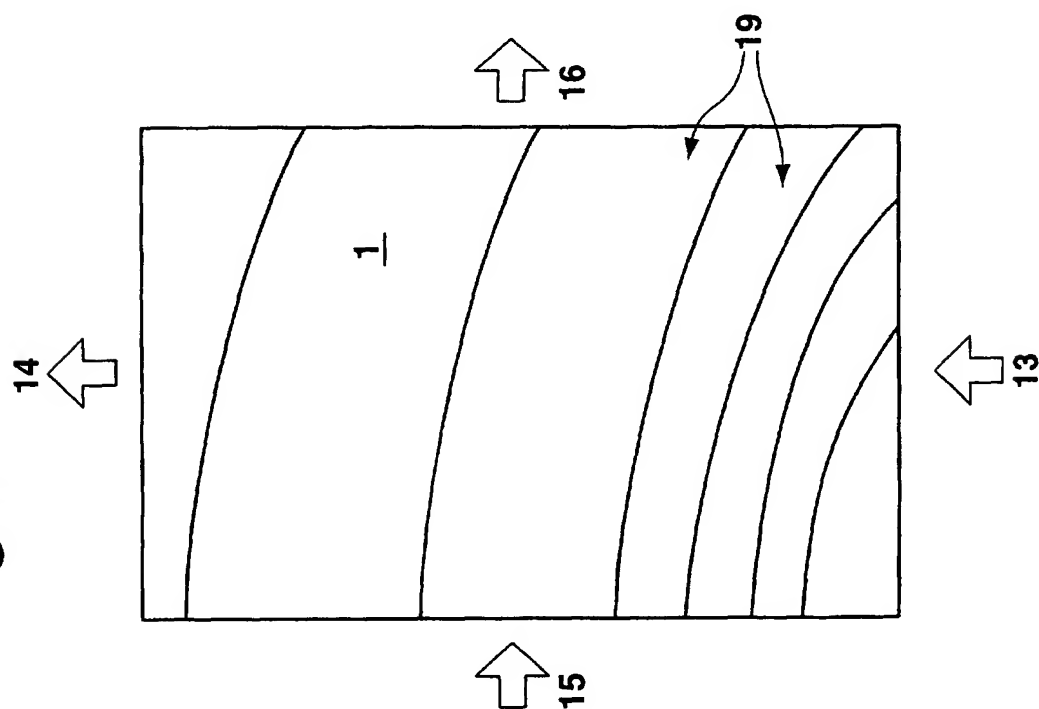


Fig. 4

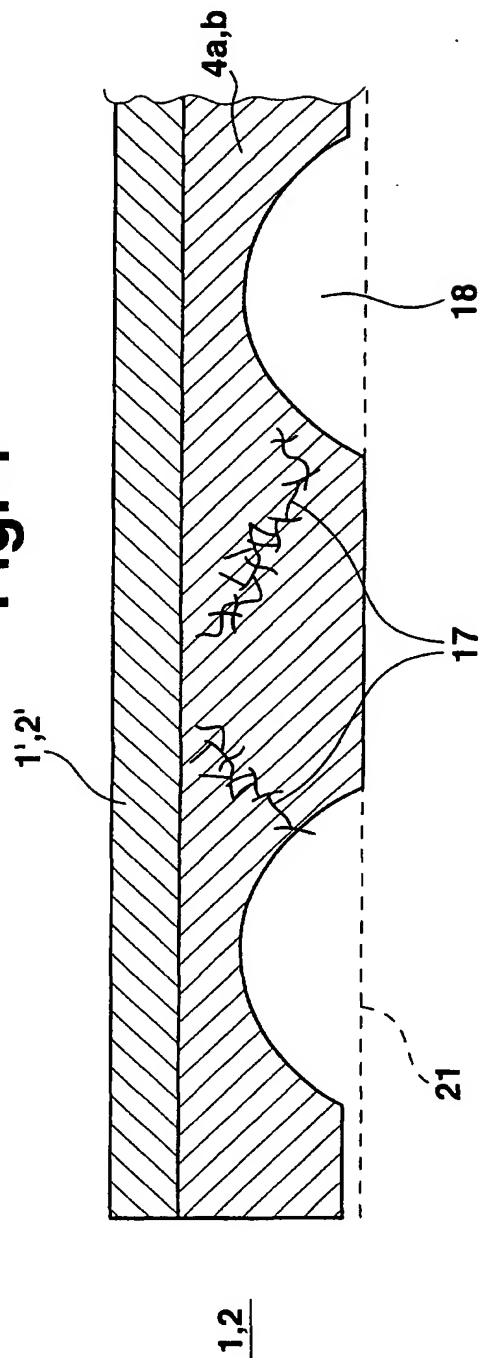
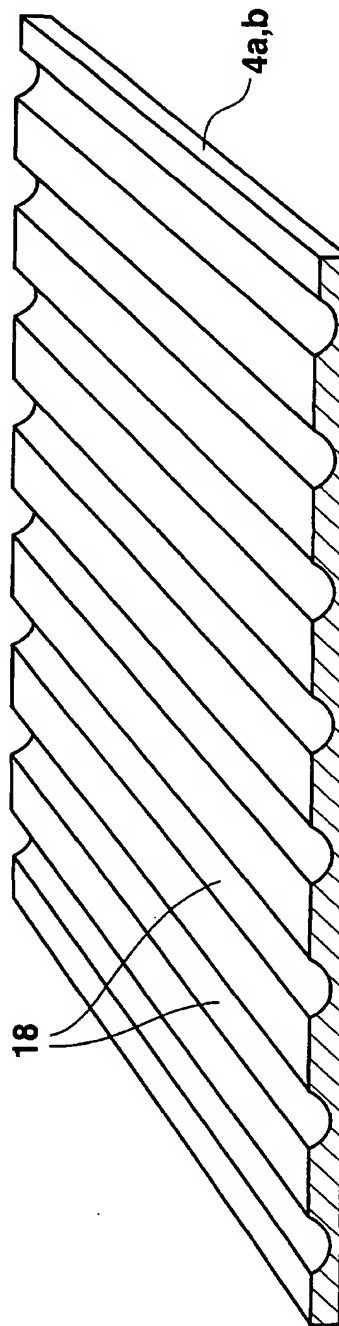


Fig. 5



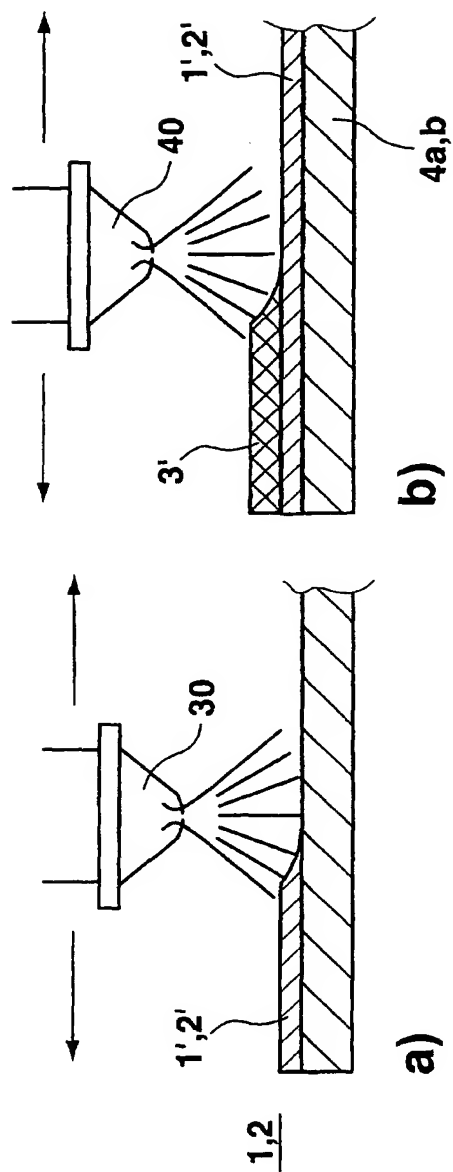


Fig. 6

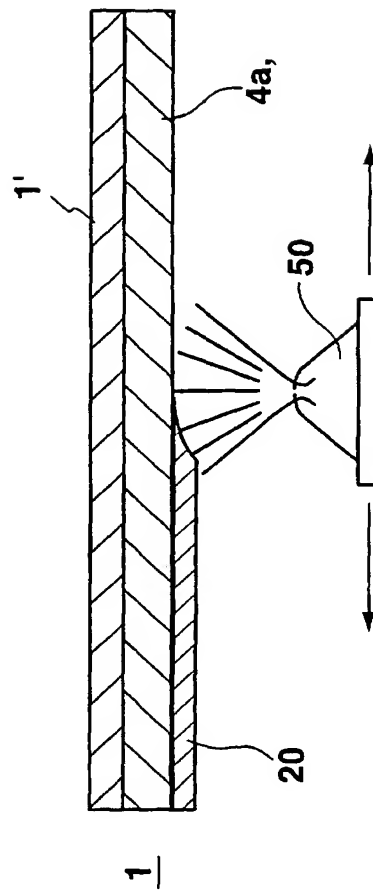


Fig. 7